

POUR UNE ACOUSTIQUE NUMÉRIQUE

Mémoire de design de DN MADe troisième année mention Numérique-Objet



Abstract — 4

Résumé anglophone du mémoire de recherche, incluant une courte présentation des différentes recherches effectuées et des conclusions réalisées en fin de sujet.

Introduction — 6

Présentation du sujet et mise en contexte. Explication de la problématique présente entre l'acoustique et le numérique et ouverture sur une solution développée par la suite.

Remerciements — 8

Par ce que sans eux ce mémoire n'aurait jamais vu le jour. Ils ont été là pour me guider, me conseiller, m'inspirer ou me corriger, et bien plus encore ; cette double page leur est alors réservée.

Sommaire — 10

Présentation du plan du dossier de recherches et de l'organisation des pages.

Mémoire de recherche — 14

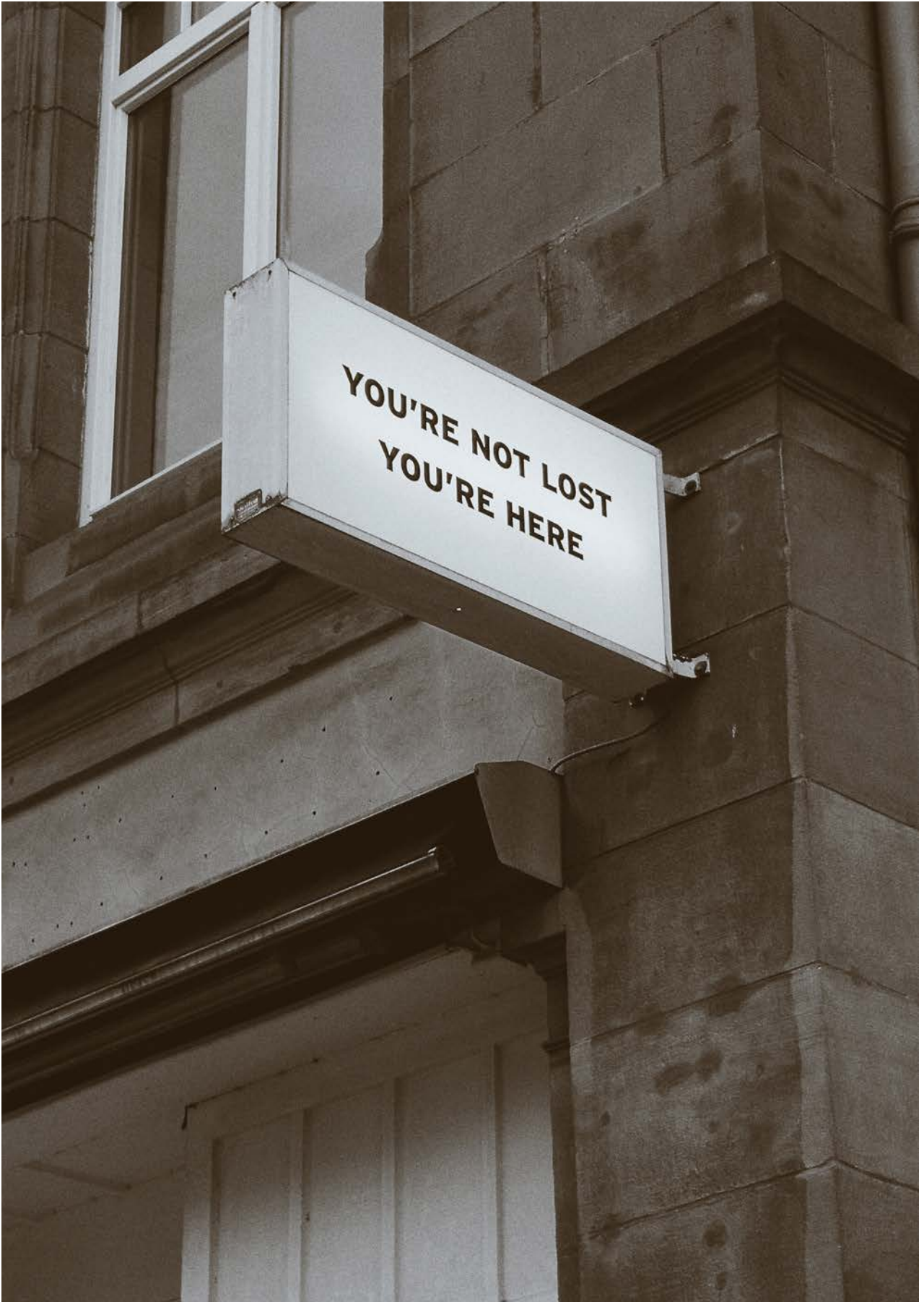
Étapes de recherche et sources utilisées afin de traiter le sujet.

Annexes — 34

Informations complémentaires au mémoire.

Pour une acoustique numérique

Un mémoire de Luann Abossolo Foh Oliva



ABSTRACT

What is this article about ?

I'm going to deal with music and instrument-making in this article, domains that both require accuracy and flexibility.

In our digital era, some new technologies are really useful as they allow creating instruments faster, better and also to bring more complex patterns into their construction. On another side, the guitar-makers skills are more accurate and they rest on millennial knowledge, they know the materials and know exactly how to use them. For our instruments it's the same thing, there are two opposing camps : the acoustic instruments make sound much better than digital instruments, but like these last reposed on the new technologies, they're more flexible, customizable and they have a lot of evolution to come in our time.

In this article, I want to reconcile these two parties and explore the possibilities and perspectives between the acoustic and the digital world. These two domains have each a lot of advantages but for the moment, they don't share them.

By using the skills of instrument makers and digital, I want to create an hybrid of these two worlds to

see the benefits that could emerge from this mix. Will we have more ecological instruments and cheaper ? More suitable for everyone and more personalized ? It will be the goal of this thesis to answer all these questions.

To deal with this subject, I will base myself on the acoustic guitar : a topical instrument also having a great history and a lot of evolution today. Guitar-makers and engineers will also be there to advise me because some of them have even begun to explore this subject in some of its facets, and I will therefore use their conclusions to initiate my research and have initial feedback on these innovations. I could also rely on my extensive knowledge of manufacturing and modification of guitars as well as my first functional acoustic guitar prototype recently 3D printed.

Thanks to these research, we will able to rethink the industry of musical instruments in the near future with new materials to make it more ecological and make them more accessible and diversified thanks to the new design ways. We will design our instruments ourselves and manufacture them at home without having all the tools of luthiers and their skills.



Introduction

La musique, quatrième art des sept de la classification établie par Étienne Souriau au 20^e siècle, a été inventée il y a maintenant au moins 35 000 ans et repose depuis toujours sur la même et simple définition, à savoir : une association de sons et de silences ne dépendant pas nécessairement d'une règle ou d'une organisation de langage. Elle est une des rares pratiques que nous attribuons exclusivement à l'être humain : même un oiseau sifflant une mélodie n'a pas conscience de son art, il tente en réalité uniquement de communiquer ; c'est l'Homme entendant ces sons qui va créer lui-même une musique dans sa tête. L'être humain, lui, ne possède pas de vastes capacités physiologiques afin de créer des sons variés ou du moins en a vite trouvé les limites, mais étant le seul à pouvoir créer et composer de la musique, ce dernier a inventé des techniques et des instruments afin de pouvoir décupler ses capacités et enrichir ses productions. C'est pourquoi la facture instrumentale est apparue quasiment en même temps que la musique ; il s'agit d'une pratique très technique nécessitant un grand savoir-faire, qui s'est transmise et améliorée au fil des siècles afin de proposer des sons toujours nouveaux et de meilleure qualité. Or de nos jours, après des milliers d'années d'innovation et de progression, le monde acoustique semble s'être fermé aux nouvelles possibilités offertes par notre époque. Si les instruments numériques se sont parés de nouvelles technologies et de nouveaux matériaux, les instruments traditionnels, eux, n'ont pas exploré les perspectives



que peuvent leur offrir ces nouveautés. Mais, alors une fracture se dessine entre ces deux univers, alors que les instruments numériques continuent de progresser et d'innover, les acoustiques, eux, n'évoluent plus, et il devient légitime de se demander pourquoi eux aussi ne pourraient pas profiter des innovations du numérique afin d'explorer de nouvelles propriétés et qualités sonores. Nous parlerions alors d'artisanat numérique et d'instruments à conception trans-acoustique. Tant sur le processus de fabrication que sur la forme finale, le numérique pourrait amener ses atouts afin de faire évoluer ces instruments et leur imaginer un nouveau futur.

Micael Laslandes - installé dans son magasin à Meyzieu.

REMERCIEMENTS





1. L'équipe pédagogique

Ils exercent tous au Pôle Supérieur de Design de Villefontaine, chaque jour dans un même objectif : nous aider à progresser et devenir qui nous sommes. Ils nous conseillent, guident et corrigent tout au long de nos mémoires de recherche ; leurs noms sont : Nicolas Vinatier, Valentine Reynaud, Kevin Vennitti, Elise Gillet, Erwan Bracchi, Mahé Chemelle, Pierre Bertuel, Laurent Thiebaud. Merci également à celui qui fût mon patron et mon maître d'apprentissage pendant toute cette année de DN MADe 3, Cyril Mézière qui a su me transmettre un maximum de son savoir pendant ce temps d'apprentissage.



2. Luthiers et ingénieurs

Ils m'ont apporté leurs expertises détaillées sur les expérimentations réalisées et m'ont ainsi permis d'entreprendre les bonnes recherches. Je n'aurais pu faire aussi rapidement les bons choix sans leur savoir-faire et leurs connaissances pointues sur le sujet que nous avons pu mêler à mes compétences de designer afin de constituer les principales lignes directrices de ce mémoire. Merci en particulier à Micael Laslandes et Jeff Kerr.



3. Proches et connaissances

Ils font partie de mon quotidien ou parfois d'un seul petit moment, mais ils m'inspirent, me partagent leurs expériences et m'amènent parfois aussi de précieux conseils ; ils sont ma famille, mes amis, ou de simples belles rencontres. Merci également à Fleuryan Batal pour tous ses conseils sur l'impression 3D, il m'a permis de faire les bons choix dès le début de mes expérimentations afin de progresser rapidement alors que je n'étais que débutant dans le domaine.

Sommaire



Confrontation de l'acoustique et du numérique — page 14

- 1.1. Une facture et une conception pensées différemment — 16
- 1.2. Deux rapports différents au son — 18



La rencontre de l'acoustique et du numérique — page 20

- 2.1. Les nouveaux outils au service de l'instrument — 22
- 2.2. Repenser les matériaux de nos instruments — 26



Conclusion du mémoire de recherche — page 30

L'aboutissement de cette fusion, et comment en tirer le plus de bénéfices possibles — 32



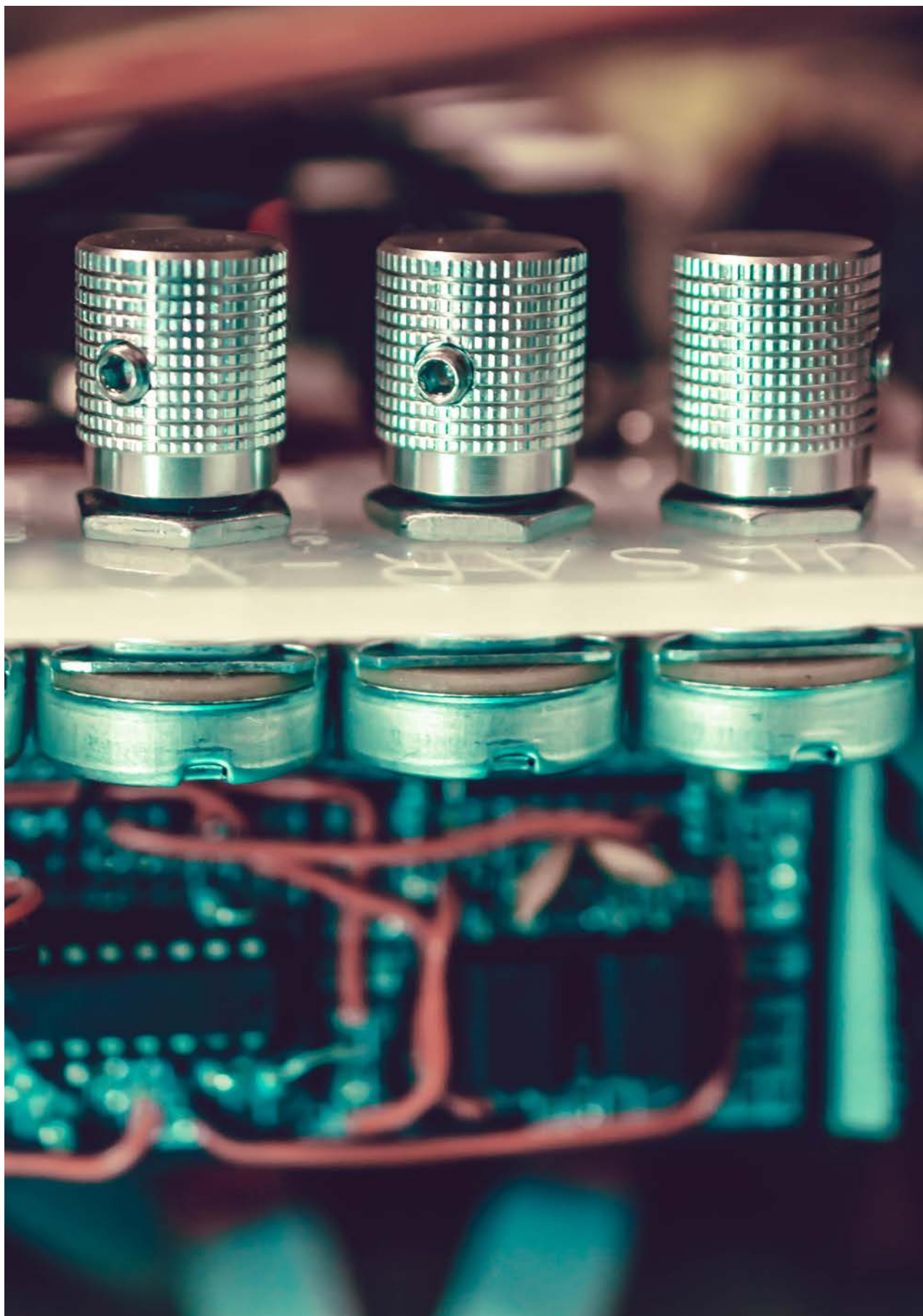
Annexes — page 34

- 4.1. La facture instrumentale : la vision d'un luthier — 36
- 4.2. Acoustique et numérique : Interview avec Micael Laslandes — 38
- 4.3. La transacoustie ou la conjugaison de l'acoustique et du numérique — 40
- 4.4. Imprimer une guitare acoustique : Prototype "Mark 1" — 42
- 4.5. Enquête : La fabrication d'une guitare acoustique au 21^e siècle — 44

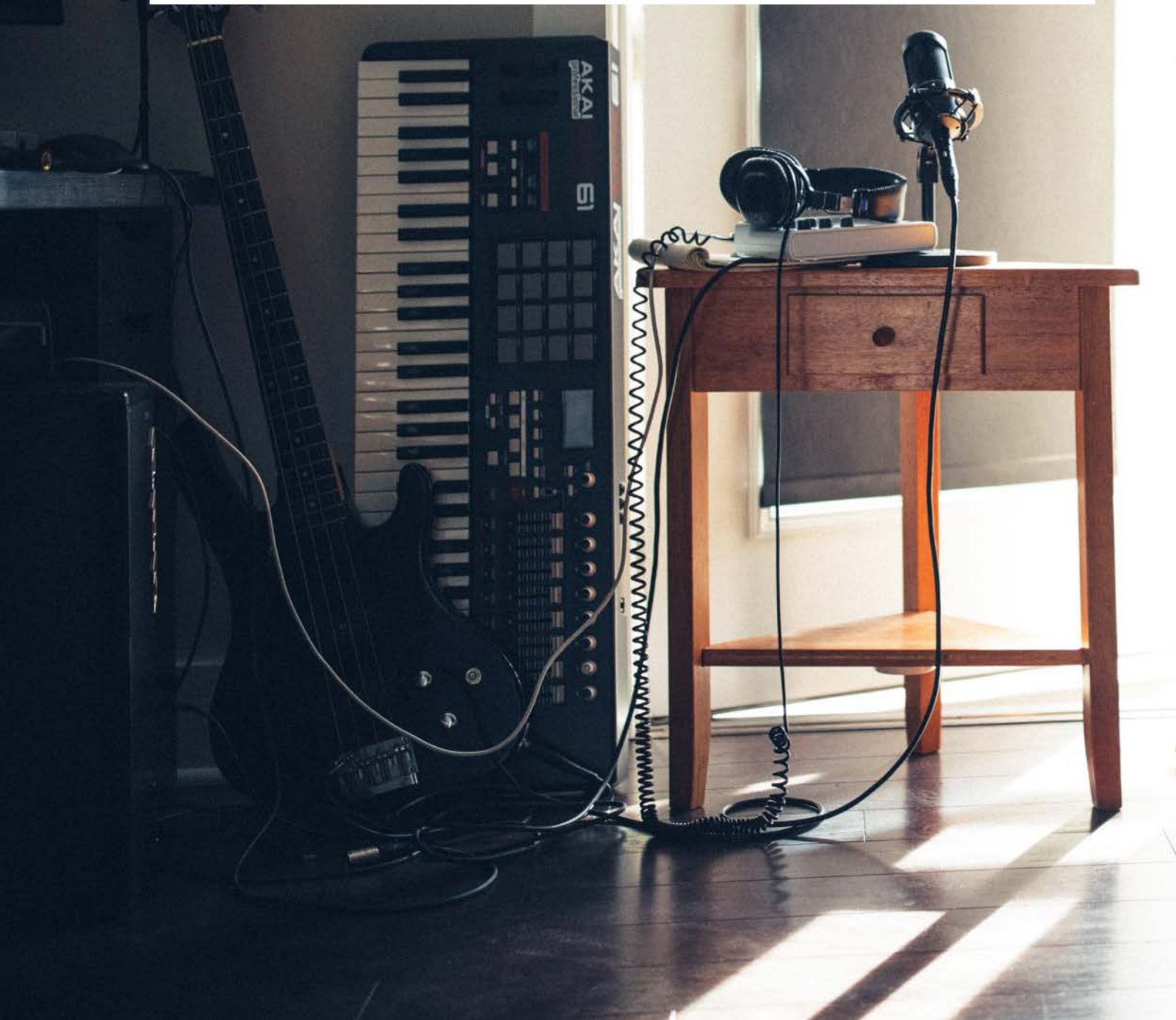
—

LE PARI DE CE MÉMOIRE SERA
DE REDÉFINIR LA PLACE DES
INSTRUMENTS ACOUSTIQUES
À L'AIRE DU NUMÉRIQUE

—



1. Confrontation de l'acoustique et du numérique





1.1 UNE FACTURE ET UNE CONCEPTION PENSÉES DIFFÉREMMENT



Piano Nord Stage, une référence dans le haut de gamme des pianos numériques

Aujourd'hui, la majeure partie du grand public est capable de réparer ses appareils électroniques, sa voiture, fabriquer ses meubles ou tout simplement sa nourriture, tout cela soi-même à la maison alors que fabriquer un instrument de musique reste encore inaccessible pour tous. En effet, tant par le manque de matériel que par le manque de compétences et de savoir, cette pratique est totalement inaccessible pour une

personne non initiée même débrouillarde. Les instruments acoustiques ont évolué depuis la nuit des temps et sont utilisés depuis toujours dans les grands orchestres, ils représentent encore aujourd'hui l'excellence de la musique en termes de sonorités, et c'est pourquoi leur fabrication très complexe requiert des moyens et compétences trop pointues pour que ces derniers soient accessibles au grand public.



Steinway & Sons D-274, l'excellence du piano à queue de concert

A l'inverse, les instruments numériques sont plus simples à créer et personnaliser pour des personnes étant simplement initiées à quelques compétences informatiques et logiciels. Cela s'explique par le fait que nombre d'interfaces aient déjà été créées spécialement pour réaliser simplement cette fabrication. Même si ces instruments sont définis comme moins qualitatifs que les acoustiques, et ce directement par la technologie sur laquelle ils reposent il en revient néanmoins qu'ils sont bien plus accessibles.

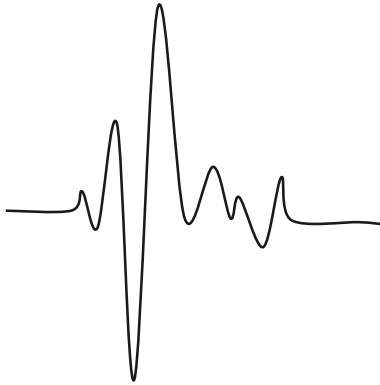
E nfin, en termes de conception la différence entre le monde des instruments acoustiques et numériques peut très facilement être

observée en prenant par exemple un piano acoustique et un piano numérique. L'un possède des formes travaillées et réfléchies pour donner une certaine esthétique au piano, le tout dans un bois noble bien fini, alors que le second est un simple parallélépipède de plastique présentant des touches à l'aspect d'un véritable clavier de piano acoustique. Nous pouvons alors reconnaître que les instruments numériques n'ont que pour seul objectif la fonctionnalité, contrairement aux instruments acoustiques qui, eux, vont rechercher en plus l'esthétique et la valeur d'estime liée à leur fabrication artisanale et luxueuse : c'est alors que se dessine le fossé qui sépare les instruments acoustiques des numériques (complément en annexe 1).

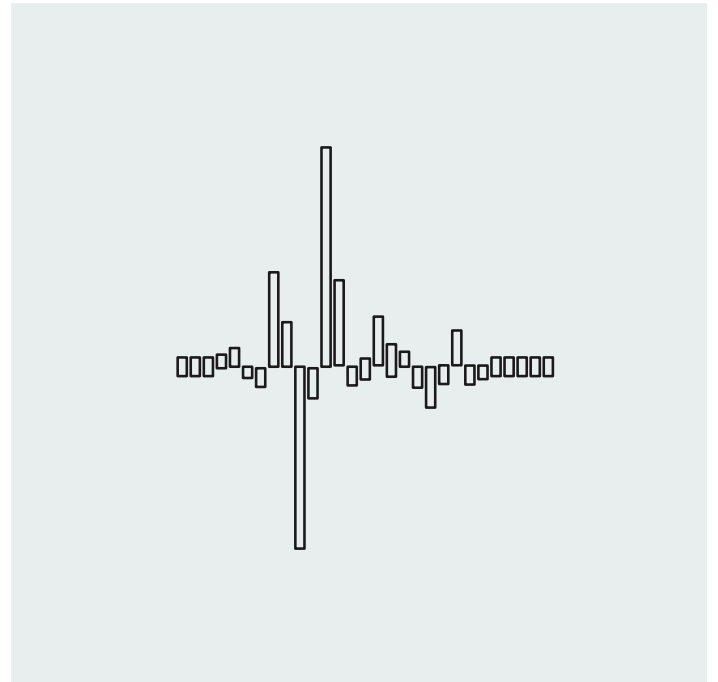


Le disque vinyle semble avoir encore un bel avenir devant lui. Sa qualité d'enregistrement et de reproduction sonores n'est toujours pas égalee par les technologies actuelles.

1.2 DEUX RAPPORTS DIFFÉRENTS AU SON



À gauche, une sinusoïde parfaite représentant un son acoustique



À droite, la même courbe traduite en numérique avec une perte de qualité

Acoustique ou numérique ? Telle est la question. De nos jours encore certains audiophiles confirmés s'attachent sans relâche aux vieux disques vinyle du 20^e siècle en vantant leurs atouts alors que ceux-ci utilisent une technologie qui semble dépassée depuis longtemps par des outils numériques puissants. Mais alors pourquoi ce paradoxe ? Si l'analogique (technologie concernant les vinyles) se base sur des courbes sinusoïdales parfaites, décrivant une vibration qui génère elle-même un son ; le numérique, lui, composé de zéros et de uns, se base uniquement sur une représentation imparfaite de ces courbes ; en augmentant indéfiniment la résolution d'enregistrement et de restitution, il est possible de s'approcher de la qualité d'un disque vinyle mais jamais de l'égaliser. Pour nos instruments de musique, le principe est exactement le même, voilà

pourquoi les instruments acoustiques battent toujours les numériques en termes de son malgré toutes leurs avancées.

Mais quel est donc l'intérêt du numérique si ses qualités sonores sont inférieures ? Il s'agit tout simplement de la flexibilité et de l'accessibilité qu'ils offrent. En effet, il est très simple de faire évoluer un instrument numérique ; avec une mise à jour, un téléchargement sur internet, ou la modification d'un paramètre, on est capable de changer complètement de son très rapidement. Et contrairement aux instruments traditionnels, ici aucune nouvelle matière première n'est nécessaire, il n'est pas non plus utile de passer de longs jours à fabriquer avec divers outils, seul l'ordinateur est nécessaire ici.

2. La rencontre de l'acoustique et du numérique





2.1 LES NOUVEAUX OUTILS AU SERVICE DE L'INSTRUMENT



Ferme d'impression 3D FDM Crealty - par Minkus

Mais alors, si le numérique apporte la flexibilité, la simplicité, et que l'acoustique de son côté apporte la qualité et la valeur d'estime ; le mélange de ces deux univers semble devenir soudainement évident. Nous allons donc montrer ici à travers différents exemples existants et expérimentations quels sont les avantages qui peuvent émerger de l'hybridation de ces deux domaines. Dans un premier temps, nous étudierons le cas des outils numériques utilisés à des fins de conception et de fabrication uniquement, puis dans un second temps, ces outils agissant cette fois-ci directement sur les instruments mêmes et leur sonorité. Nous verrons que selon les cas, les résultats ne sont parfois pas probants, mais ils présentent toujours un potentiel très intéressant pour de futures expériences.

Et pour commencer, la cnc ou fraiseuse à commande numérique ; il s'agit d'une machine ayant déjà commencé à se faire une place de nos jours dans l'atelier de certains luthiers. Capable de sculpter le bois avec une infime précision, elle réalise les formes très rapidement, et ce sans erreur humaine que même le meilleur des luthiers aurait pu commettre. Mais son utilisation fait encore beaucoup débat (voir annexe 2), on lui reproche notamment de ne pas pouvoir s'adapter au matériau et de faire perdre son côté artisanal à l'instrument.



Prototype de guitare réalisé entièrement à la CNC
par Feler-Group TV



"Mark 1" : premier prototype de guitare imprimé

L'impression 3D a également sa place dans cette liste, très rare pour le moment dans le domaine de la musique, son utilisation n'a pas encore dépassé le stade expérimental. Ses exemples d'utilisations sont encore très rares dans le monde et les retours sur ces tests le sont donc tout autant. C'est pourquoi j'ai alors essayé de tester moi-même cette technique en imprimant entièrement une guitare acoustique d'après les plans fournis par un ingénieur américain (voir annexe 4). En termes d'acoustique, cette guitare réalisée en PLA se défend plutôt bien, le résultat sonore n'est pas idéal mais prometteur ; en revanche sa résistance, elle, sait nous rappeler que l'instrument n'est encore qu'au stade expérimental. En effet, la conception de celui-ci n'étant pas adaptée à cette nouvelle technique de fabrication, l'instrument n'a eu une durée de vie que de quelques jours avant de commencer à se détériorer et devenir inutilisable ; nous rappelant ainsi que chaque méthode peut être bonne si celle-ci est correctement utilisée.



Gros plan sur la table d'harmonie de la Luna Vista Deer

Enfin, la découpe laser fait aussi partie des nouvelles technologies numériques dont nous commençons déjà à profiter en lutherie. L'entreprise la plus habile aujourd'hui dans son utilisation est sûrement Luna dont le modèle "Vista Deer" est visible à gauche. Depuis toujours les fabricants aiment donner de la personnalité à leurs guitares en jouant sur les veines du bois ; ils les font notamment ressortir en appliquant des huiles et vernis. Luna va ici jusqu'à utiliser plusieurs essences de bois pour réaliser ses tables d'harmonie formant en même temps des dessins concrets. Ces guitares étant vendues par milliers d'exemplaires, et ce dans le monde entier, les formes constituant leurs tables sont donc découpées au laser ; sans outils numériques la fabrication serait considérablement allongée et obligerait de faire appel à des personnes hautement qualifiées et le prix s'en trouverait alors fortement impacté.

À droite, un exemple de guitare acoustique réalisée par l'atelier de lutherie Maxwell Custom à l'aide d'une fraiseuse CNC et d'une découpe laser. Un instrument semblable avec de telles formes n'aurait jamais pu voir le jour sans l'aide du numérique.



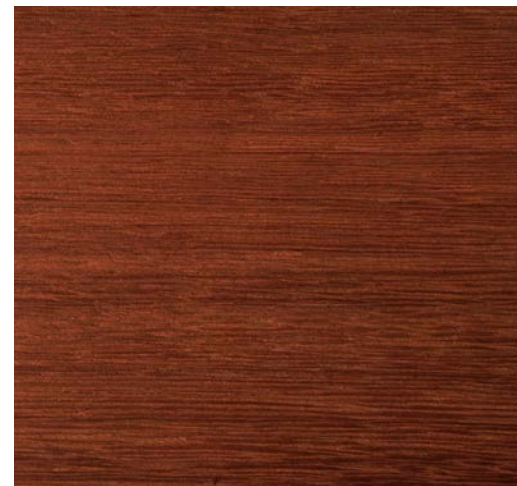
Guitare "Infinitum : Grace" de Maxwell Custom

Il existe à ce jour une seule technologie numérique capable de venir modifier la sonorité d'un instrument acoustique : c'est là que la Transacoustie fait son entrée. Une technique inventée il y a moins de dix ans, elle encore extrêmement peu connue de par sa complexité et sa nature avant-gardiste. Très simple à comprendre mais difficile à expliquer, cette nouvelle technologie fait l'objet d'une présentation en double page (voir annexe 3).

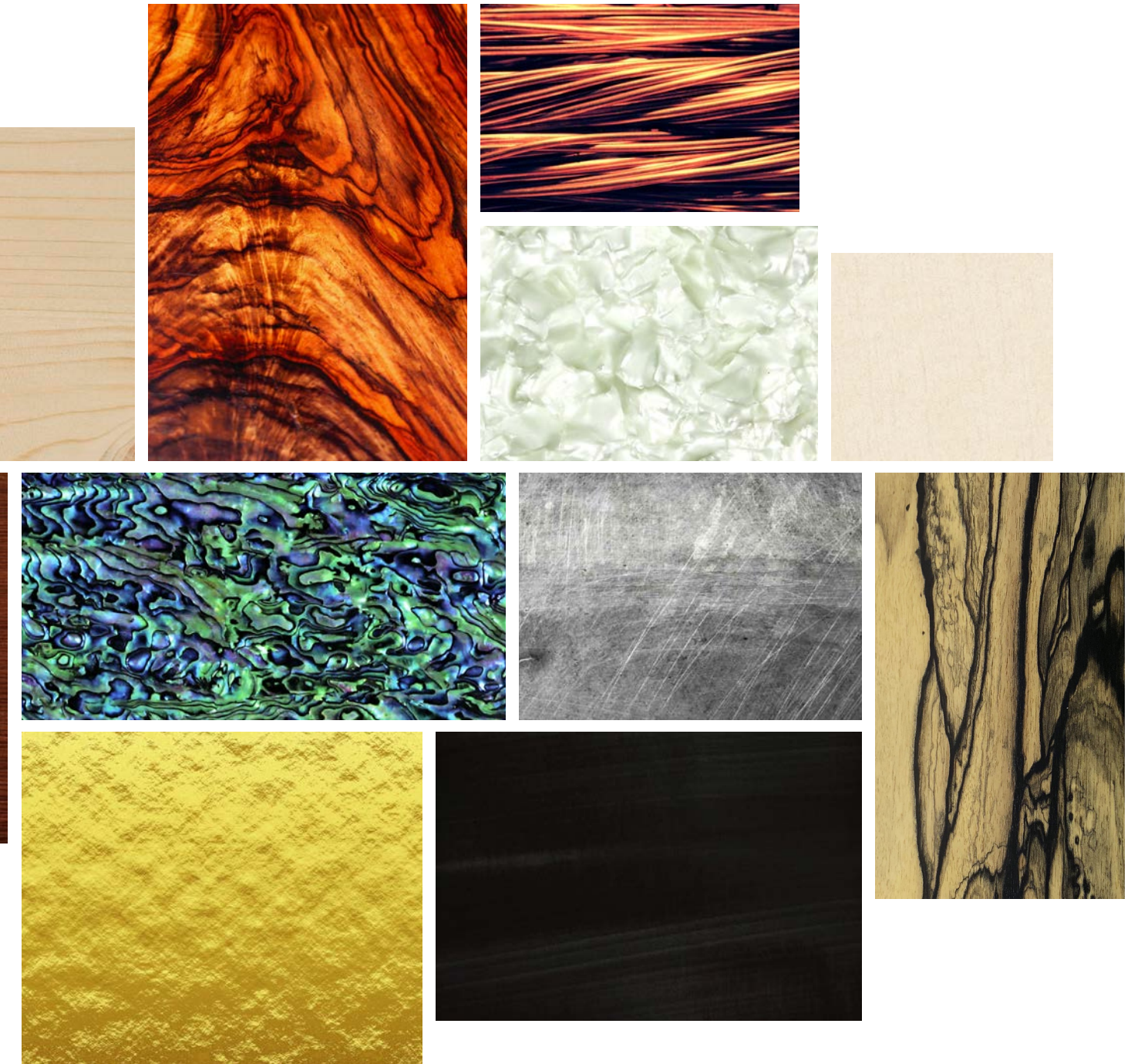
2.2 REPENSER LES MATÉRIAUX DE NOS INSTRUMENTS

Nos instruments actuels ont un impact environnemental extrêmement lourd qui est directement lié aux matériaux utilisés et la provenance de ceux-ci. Les guitares n'échappent malheureusement pas à la règle, leurs matériaux sont souvent importés des quatre coins du monde, les bois ne sont pas toujours issus de forêts durablement gérées et participent donc activement à la déforestation de la planète. Pour finir, ce sont souvent des centaines de milliers de kilomètres que parcourent nos instruments avant de nous arriver en bout de chaîne, leur empreinte carbone devient donc immense et incalculable. (Pour plus de détails sur ce sujet, consulter l'annexe 5.)

Heureusement, à chaque matériau ses machines et techniques appropriées ; et si le numérique en apporte justement de nouvelles à la facture instrumentale, il est normal qu'il lui ouvre par la même occasion la possibilité d'utiliser de nouveaux matériaux. Hier nous étions limités au bois pour la majorité de nos instruments, nous avons aujourd'hui grâce aux fraiseuses à commandes numériques, découpes laser, imprimantes 3D et bien d'autres encore, l'occasion d'exploiter de nouveaux matériaux et de nouvelles façons de travailler grâce à leurs propriétés différentes.



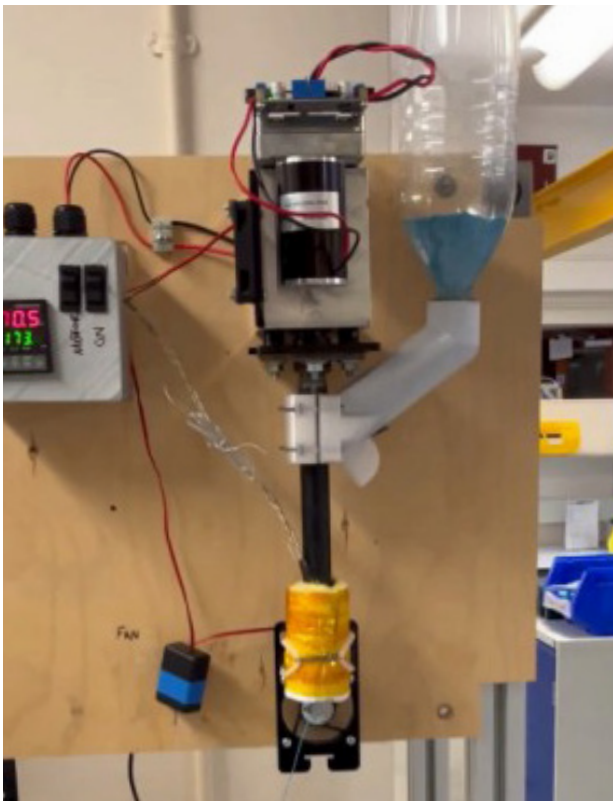
Panel de différents matériaux que l'on retrouve typiquement dans les guitares de nos jours. Parmi eux, différentes essences de bois et quelques variétés de nacrés, mais aussi de l'acier, de l'or, du cuivre, de l'étain, du plastique et bien plus encore (voir annexe 5).



Parmi les nouveaux matériaux qui s'offrent à nous, le PLA (acide polylactique) est un parfait exemple. Utilisé en impression 3D, il s'agit d'un bioplastique biodégradable souvent fabriqué en France à partir d'amidon de maïs ou de betterave ; il fait également partie des matériaux très bon marché dans ce domaine (à partir de 14 euros le kilo) et est en même temps le plus facile à imprimer, c'est pourquoi il a été utilisé pour réaliser le prototype de guitare "Mark 1" par exemple.

Pour rester dans l'impression 3D, la fabrication avec des plastiques transparents, multicolores, recyclés, luminescents, effet métal, chargé diamant / carbone / fibre de verre / bois et bien plus encore, est maintenant permise grâce à celle-ci. Les nouveaux avantages et perspectives se font toujours plus nombreux à mesure que de nouveaux filaments sont inventés puisqu'il est maintenant possible d'imprimer des pièces plus ou moins résistantes, parfois souples, ou avec des motifs, des couleurs différentes, des textures, et ce, toujours en restant dans le principe de la réalisation monomatière et donc sur un produit final facilement recyclable.

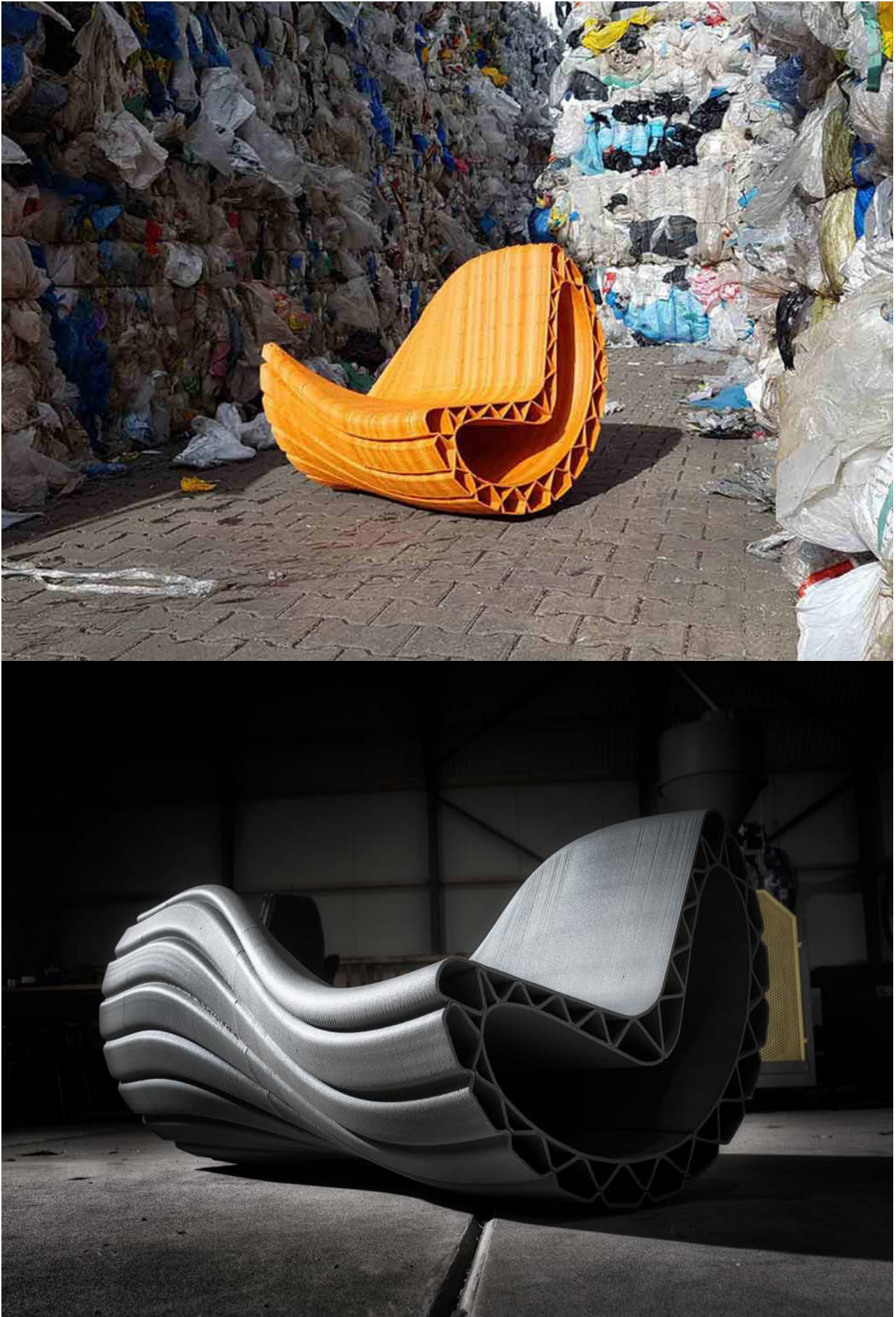
Ci-dessous et à droite trois exemples où la démarche écologique a été poussée encore plus loin afin de rejoindre la question de la réduction des déchets sur Terre. En effet, le sujet étant de plus en plus d'actualité de nos jours, des solutions ont été trouvées grâce à l'impression 3D ; amateurs et entreprises tentent de transformer des débris marins, des masques covid ou encore des déchets publics et ça marche déjà. Sans doute le meilleur exemple est-il celui d'Amsterdam où une entreprise a eu l'idée d'imprimer des bancs publics à partir des déchets plastiques de la ville retransformés en granules (page de droite). Tous ces exemples pourraient s'adapter aux instruments de musique imprimés en 3D, et l'utopie originale de transformer le contenu de sa poubelle en une guitare ou un piano serait alors réalité.



Système de recyclage de masques antiCovid en filament d'imprimante 3D



Pacific Plastic Salvage "Wave vase" imprimé à partir de déchets plastiques ramassés dans l'Océan Pacifique



"XXX bench" le banc d'Amsterdam imprimé à partir des déchets de la ville.

2. Conclusion





Le monde acoustique et le monde numérique ont tous deux des atouts indéniables mais aussi des inconvénients ; l'association de ces deux univers nous l'avons vu, permet de décupler leur capacité en comblant mutuellement leurs défauts propres. Nous l'avons dit en début de mémoire, nos technologies actuelles mêmes les plus avancées ne peuvent remplacer les instruments acoustiques ; le travail de nos artisans sur un point de vue qualité sonore et valeur d'estime créée semble lui aussi inégalable. Heureusement les outils numériques gagnent dans d'autres domaines, notamment sur la flexibilité, l'autonomie et la rapidité de fabrication, la personnalisation, l'écologie et accessibilité technique et économique.

L'artisanat numérique est, et nous l'avons démontré dans ce mémoire, dans un avenir proche la meilleure réponse que nous puissions apporter aujourd'hui afin de faire évoluer le monde acoustique et lui ouvrir de nouvelles portes. De nouveaux concepts arrivent régulièrement depuis quelques années et montre que cette phase de transition ce nouveau domaine est déjà amorcé ; il n'est donc plus que question de temps avant que tout cela se développe. Les barrages qui étaient autrefois tout le savoir et la minutie nécessaire à la fabrication d'un instrument ainsi que le matériel et les machines, ne sont plus forcément indispensables aujourd'hui vis-à-vis de l'évolution de notre manière de créer et fabriquer, ils commencent à s'effacer par exemple avec l'imprimante 3D.

En termes d'objectifs, cet artisanat numérique ne doit pas nécessairement s'orienter dans la direction de l'amélioration du haut de gamme dans la logique de "faire toujours mieux" pour nos instruments, mais au contraire, il doit explorer tous les champs d'évolutions possibles. En effet, les instruments du futur sont des instruments plus écologiques mais aussi plus accessibles, plus adaptés à chacun, ont une meilleure valeur d'estime, sont polyvalents et plus qualitatifs. Et tout comme les industriels de la lutherie ont forcé les artisans luthiers à devoir faire toujours mieux pour rester compétitif, le numérique pourrait être à son tour celui qui encourage les autres à suivre le mouvement cette fois de lutherie écologique et accessible.



CONCLUSION

The background of the slide is a photograph of a library. It shows several rows of metal bookshelves filled with books. The lighting is warm and slightly dim, creating a cozy atmosphere. The books are of various colors and sizes, and some are standing upright while others are slightly tilted. The shelves are arranged in a perspective that leads the eye from the foreground towards the back of the library.

4. Annexes



ANNEXE 1

La facture instrumentale : La vision d'un luthier



"Un luthier c'est avant tout un humain, il a ses particularités et ses goûts, ses qualités et ses défauts ; c'est ça qui forme sa personnalité et qui se ressent finalement dans son travail à la fin. Mon métier c'est de mettre tout mon savoir et mon expérience au service d'autres personnes, de musiciens en général, et de travailler main dans la main avec eux pour créer les plus beaux projets."

De nos jours, de nombreuses guitares sont réalisées de manière industrielle, elles sont réalisées à la chaîne par centaines parfois par milliers et des machines interviennent donc pour automatiser tout cela. Les industriels font de plus en plus d'effort pour réaliser des instruments de qualité et de plus en plus performants, ce système pousse donc les luthiers à redoubler toujours plus d'efforts pour augmenter eux aussi la qualité de leur travail.

Aujourd'hui ce qui sépare surtout les luthiers des industries en termes de fabrication, c'est l'adaptabilité. En effet, si une usine est capable d'usiner du bois aux millimètres près, elle est en revanche incapable d'optimiser les matériaux afin d'utiliser 100% de leurs capacités. Les luthiers savent exactement comment vibrent et agissent les matériaux, c'est pourquoi ils peuvent facilement s'adapter (rappelons que chaque pièce de bois

est unique et il est normal qu'elles ne soient pas toutes traitées de la même manière).

L'instrument d'un luthier sera toujours infiniment plus vivant, contrairement à un industriel l'artisan a passé beaucoup de temps dessus, il a échangé avec le client tout au long de la fabrication et n'a pas suivi un mode d'emploi précis tel une machine. De plus, la longue communication entre le fabricant et le client crée un lien entre les deux personnes que fatalement le musicien va ressentir lorsqu'il utilisera son instrument puisqu'il va ressentir déjà l'histoire d'une rencontre, celle avec son fabricant.

Ca paraît un peu magique ou mystique tout ça, mais c'est difficile à expliquer, c'est vraiment un sentiment fort qui a son importance et que l'on trouve, il met de l'humanité de la pratique, c'est cela qui différencie les instruments d'un "simple outil".



ANNEXE 2

Acoustique et numérique : Interview avec Micael Laslandes, luthier guitare

• Plutôt instruments acoustiques ou numériques ? Et pourquoi ?

"Je dirais acoustique, car on a une certaine magie que l'on ne retrouve pas vraiment dans les numériques. Ces instruments ont chacun une histoire et font partie en même temps de notre Histoire avec un grand "H" : ils étaient déjà ainsi quand je suis né et ils n'ont pas changés depuis, j'ai grandi avec. Cette vision est la mienne, je pense que chaque génération à la sienne selon l'époque à laquelle elle a évolué. Pour ma part je ne suis pas du tout anti-technologie, et pas non plus contre l'évolution mais aujourd'hui le numérique je ne le vois que dans l'outillage, car ça ne me parle pas et ça ne me touche pas en tant qu'instrument, pour apprécier le son j'ai besoin qu'il soit réel, qu'il vibre, qu'il sorte d'un instrument qui nous raconte quelque chose."

• Les instruments acoustiques risquent-ils d'être bientôt abandonnés par le grand public face à la démocratisation extrêmement rapide du numérique ?

"Alors je pense que ce n'est clairement pas demain la veille. Dans tous les cas les deux mondes vont se rapprocher fatalement, mais je suis convaincu en temps que fabricant d'instruments à cordes que les clients qui viennent me voir recherchent vraiment des instruments performants en acoustique avec une certaine qualité. Leurs envies sont précises et ils veulent parfois du sur-mesure pour obtenir un instrument très personnel avec en plus une valeur d'estime ; ils ne considéreront jamais un instrument "d'usine" comme un instrument artisanal sur lequel une personne a travaillé pendant des mois dessus."

• Certains luthiers de nos jours utilisent déjà des CNC pour compléter leur travail artisanal, mais suite à un sondage à grande échelle, on constate que près de la moitié des usagers est en réalité contre cette pratique (alors que la CNC est ultra précise et ne fait jamais "d'erreur humaine" comparée à un luthier qui même très expérimenté n'en est pas à l'abri). Ce résultat vous étonne-t-il ?

"Je pense que c'est très bien d'avoir des outils performants et efficaces, si un jour je pouvais me permettre de m'en équiper d'une, pourquoi pas, ce serait intéressant. Je pense que utilisée à bon escient, on peut s'en servir pour faire des pièces "parfaites" et donc ça ne peut être que bénéfique. Après, je comprends que cet avis soit mitigé pour les clients, généralement quand on fait appel à un artisan c'est pour le savoir-faire qu'il a dans les mains, si l'on veut quelque chose fait par une machine, alors on va plutôt voir un industriel."

•Le mix numérique / acoustique ? Pourquoi est-il aujourd'hui si peu présent ?

"On en est simplement au début, ce sont des technologies qui vont encore évoluer et se répandre de plus en plus. La transacoustie semble être une bonne réponse pour le moment, moi qui suis très attaché au son acoustique le mélange ne me choque pas puisque l'on garde toujours la totalité du vrai son de la guitare."



•Enfin, après avoir vu le prototype Mark 1, quel est votre avis sur les guitares imprimées en 3D ? Plutôt optimiste ou non sur un futur potentiel ?

"On a pu le voir par ce prototype que tu as réalisé, il va falloir faire beaucoup d'évolutions avant d'obtenir un bon instrument ; trop fragile pour le moment en partie par le matériau qui n'est sûrement pas le plus adapté ; je ne l'imagine que dans un futur très loin. Maintenant si ce n'est pas la qualité que tu recherches, mais l'accessibilité, oui là il y a quelque chose à jouer dans un futur proche je pense."

ANNEXE 3

La transacoustie ou la conjugaison de l'acoustique et du numérique



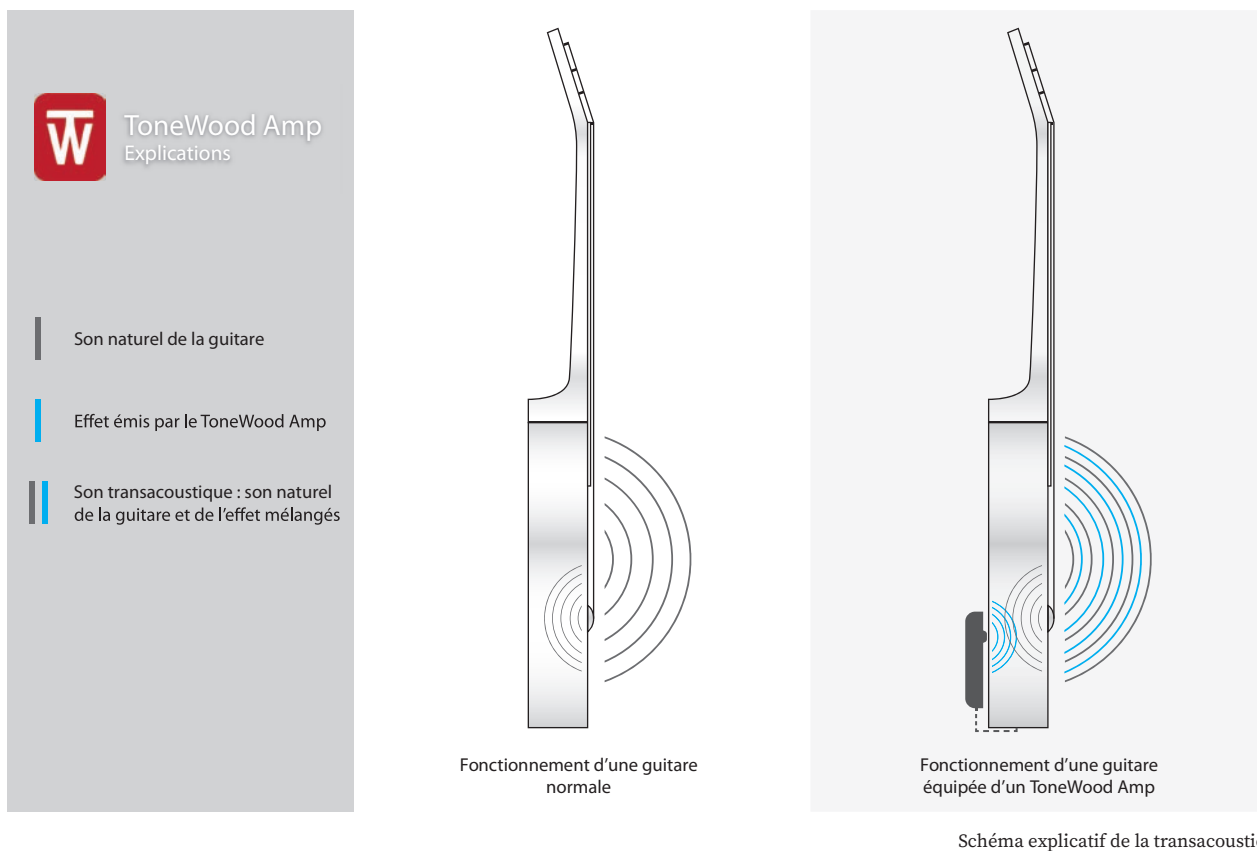
Ofer Webman lors d'une interview sur son invention en 2021.



Le ToneWood Amp fixé à l'arrière d'une guitare acoustique.

V oici Ofer Webman, et son invention, le ToneWood Amp qu'il présente pour la première fois en 2014. Ofer est ingénieur du son, développeur web, musicien et c'est chez lui qu'il va créer lui-même le prototype de son invention ayant pour but de modifier le son d'une guitare acoustique. C'est grâce à un site internet de financement participatif (Kickstarter) qu'il parvient finalement à commercialiser une première fois sa création. Lors de sa sortie, le ToneWood Amp est assez mal accueilli

par le public, il ne reçoit pas l'engouement qu'il se devrait ; en effet, le concept étant totalement nouveau et précurseur à l'époque, personne ne comprend réellement à quoi sert son invention et elle met beaucoup de temps à se faire connaître. À ce moment-là, Ofer Webman ne le sait pas encore, mais il a inventé une nouvelle catégorie d'instruments qui sera reprise quelques années plus tard par les plus grandes marques d'instruments au monde : il s'agit des instruments transacoustiques.



Mais alors comment fonctionne son invention ? Nous avons déjà tous vu un guitariste monter sur scène et brancher sa guitare sur une enceinte pour amplifier celle-ci. Parfois aussi le son sortant de l'enceinte est différent de celui d'une simple guitare acoustique, puisque en plus d'amplifier le son reçu depuis le micro de la guitare l'on a ajouté un effet (une réverbération ou un écho par exemple). L'enceinte envoie donc deux sons en même temps : le son de l'instrument et le son l'effet ; et ce sont nos oreilles qui se chargent ensuite de mélanger les deux sons.

Le ToneWood Amp lui, fonctionne sur le même principe, mais plutôt que d'émettre le son via une enceinte, il le réinjecte directement dans une guitare via une vibration de surface. En effet, le petit boîtier se fixe à l'arrière de la guitare et

transforme sa paroi en enceinte artificielle en la faisant vibrer telle une membrane de baffle. Mais pour sa part, il n'a besoin d'envoyer que le son de l'effet puisque la guitare produit déjà elle-même son propre son pur. Les personnes autour de l'instrument entendent donc à la fois le son de la guitare et le son de l'effet comme si elle était branchée à une enceinte sur scène.

De nos jours, le concept est maintenant utilisé par des marques mondiales telles que Lag ou Yamaha qui commercialisent des guitares dites de "nouvelle génération", ils utilisent simplement le système méconnu de Ofer Webman qui existe depuis des années déjà et qu'ils ont directement intégré à leurs guitares, et ce système commence déjà même à se transposer sur des pianos.

ANNEXE 4

Imprimer une guitare acoustique : Prototype "Mark 1"

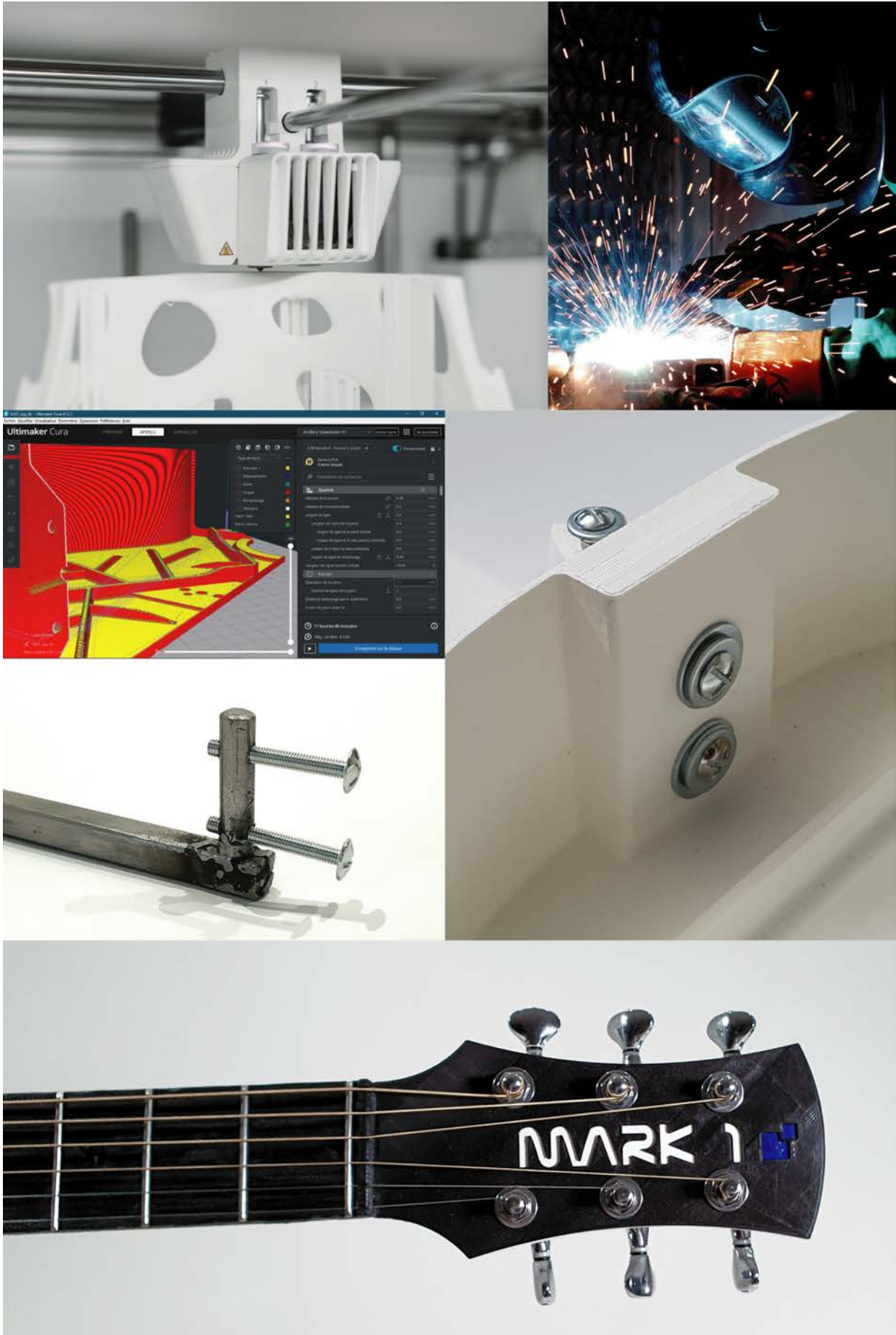
Jeff Kerr est un ingénieur américain de l'État de Washington aujourd'hui très actif dans la communauté de l'Open Source et des Makers. Son objectif a toujours été de rendre les technologies plus accessibles techniquement et financièrement pour chacun, c'est pourquoi parmi ses réalisations on peut citer par exemple la Lobo CNC sortie en 2012 : la première fraiseuse à commande numérique réalisable soi-même pour moins de 700€, un prix record à l'époque d'autant plus que cette dernière est capable d'usiner de l'ABS, du bois en encore du métal.

Et parmi ses réalisations, c'est donc également une guitare entièrement imprimée en 3D que l'on trouve. Les plans de cette dernière sont entièrement accessibles sur internet et ce, gratuitement (toujours le principe de l'open source). Cette guitare étant un exemple parfait pour mon mémoire, j'ai décidé de la réaliser chez moi de A à Z afin de pouvoir la tester. Ce premier test que je nommerais ici "Mark 1" est composé de 11 grandes pièces de PLA imprimées les unes après les autres. Cela représente 125 heures d'impression et environ un kilo

entier de plastique utilisé par la machine. Pour cette partie là, aucun souci à signaler, les différentes parties s'impriment normalement et sont assemblées à la colle cyano pendant que quelques vis viennent renforcer le tout à certains endroits.

C'est ensuite que cela se complexifie, en effet, sur une guitare acoustique la tension cumulée de toutes les cordes représente entre 80 et 120 kilogrammes, et une guitare imprimée en plastique n'est pas capable de résister à une telle force. C'est pourquoi Jeff Kerr a eu l'idée de renforcer le manche à l'aide d'une grande pièce d'acier usinée sur mesure dont il fournit les plans avec ceux de la guitare. Si jusque là la guitare était simplement réalisable par tous, cette étape la rendait soudainement inaccessible pour beaucoup. J'ai donc dû apprendre à travailler l'acier, le fileter et le souder à l'arc pour réaliser cette pièce.

Finalement, outre cette pièce en métal, la guitare se fabrique assez facilement et toutes les pièces imprimées en 3D réunies ne dépassent pas la quinzaine d'euros.



ANNEXE 5

Enquête : La fabrication d'une guitare acoustique au 21^e siècle

Afin d'évaluer l'impact énergétique d'une guitare acoustique de nos jours, j'ai décidé de contacter une grande marque réputée dans le monde entier pour la qualité de ses guitares haut de gamme, afin d'obtenir des informations sur la provenance de leurs matériaux ; sans surprise, toutes mes interrogations sont restées sans réponses. J'ai alors décidé d'aller récupérer moi-même les informations petit à petit à travers le monde en contactant les différents bureaux et fournisseurs, ainsi que des revendeurs agréés de la marque en question afin d'obtenir à chaque fois la provenance d'une pièce en particulière. Ce travail durera finalement plusieurs mois avant de pouvoir reconstruire le puzzle entier d'une guitare.

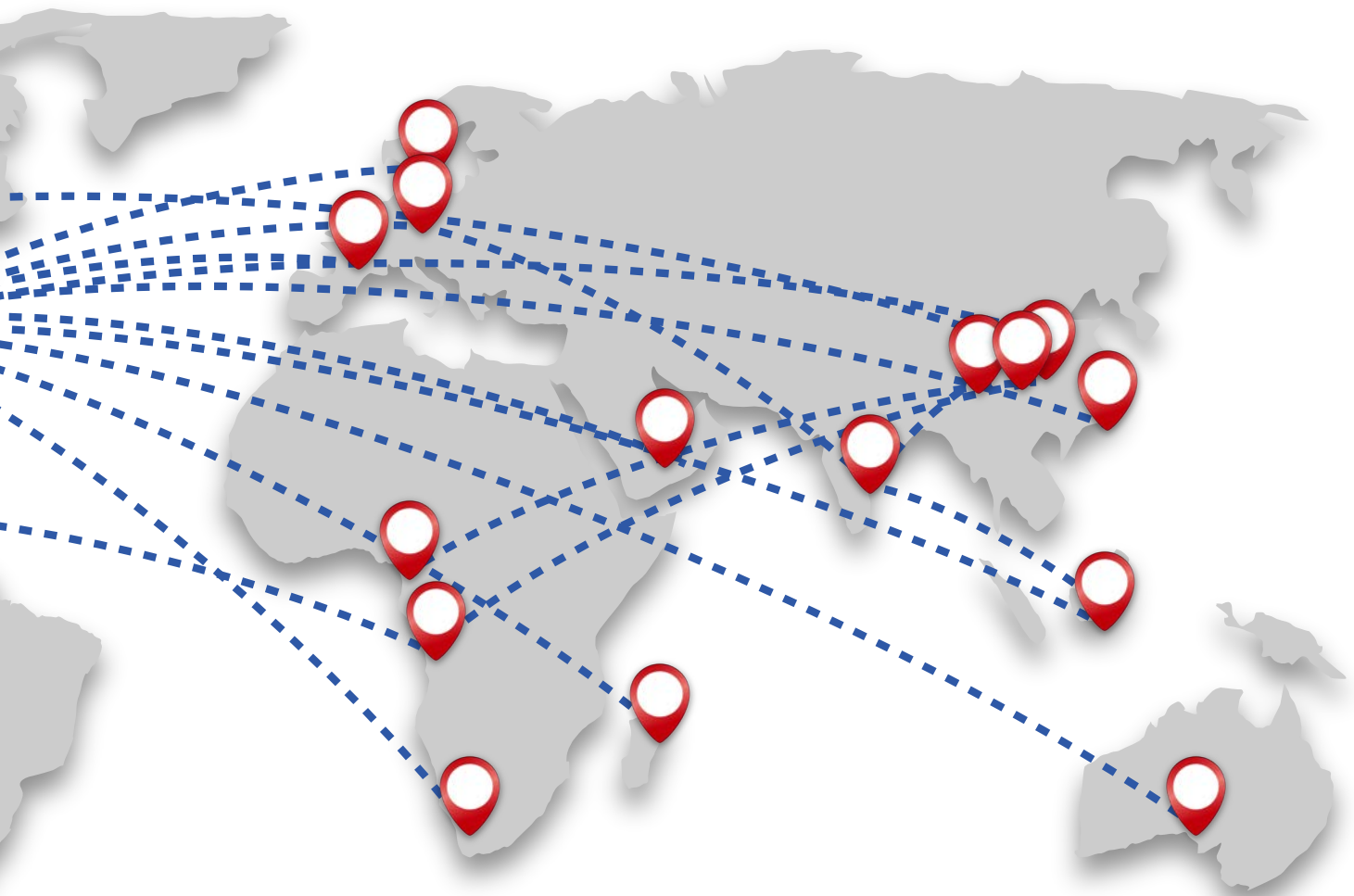
J'ai pu constater que les bois étaient souvent importés d'Afrique (comme l'Ébène et le Cocobolo) et du Canada (l'Épicéa), les pièces en métal elles, sont usinées aux États-Unis avec de la matière première provenant principalement de Chine. L'électronique est lui entièrement réalisé en Chine, la nacre verte arrive d'Australie pendant que la blanche est de Madagascar, les renforts en bois sont préparés au Vietnam, et pendant ce temps les valises sont fabriquées au Mexique puis finies en République tchèque. Une fois tous les composants prêts, ils sont réunis dans les ateliers de la marque en Californie afin de fabriquer et monter la guitare. Une fois la celle-ci terminée elle part pour un entrepôt en Allemagne afin d'y être stockée jusqu'à son achat (et elle sera alors à nouveau

expédiée à ce moment-là pour une nouvelle destination sur le globe.

Au final, il est bien difficile de calculer la distance réelle que parcourt une guitare avant d'être livrée à un client mais une estimation de 150 000km minimum a pu être réalisée (valeur très approximative pouvant rapidement varier selon le modèle de l'instrument) représentant aux alentours de 150kg de dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère (source donnée : FedEx).



Traçage de la production d'une guitare haut de gamme d'une marque mondialement connue, réalisée pièce par pièce. On constate au final que celle-ci provient de 5 continents différents et a énormément voyagé à travers le monde avant d'être vendue ; on peut donc facilement en déduire un impact environnemental extrêmement lourd.



Seul point positif, la marque en question est propriétaire d'une forêt d'Ébène au Cameroun et de sa scierie, elle s'engage donc à gérer durablement la ressource et à garantir une chaîne éthique d'approvisionnement. En revanche pour ce qui est de tous les autres bois qu'elle utilise, le sujet est bien plus flou et elle ne semble pas se vanter de forêts écogérées cette fois-ci.

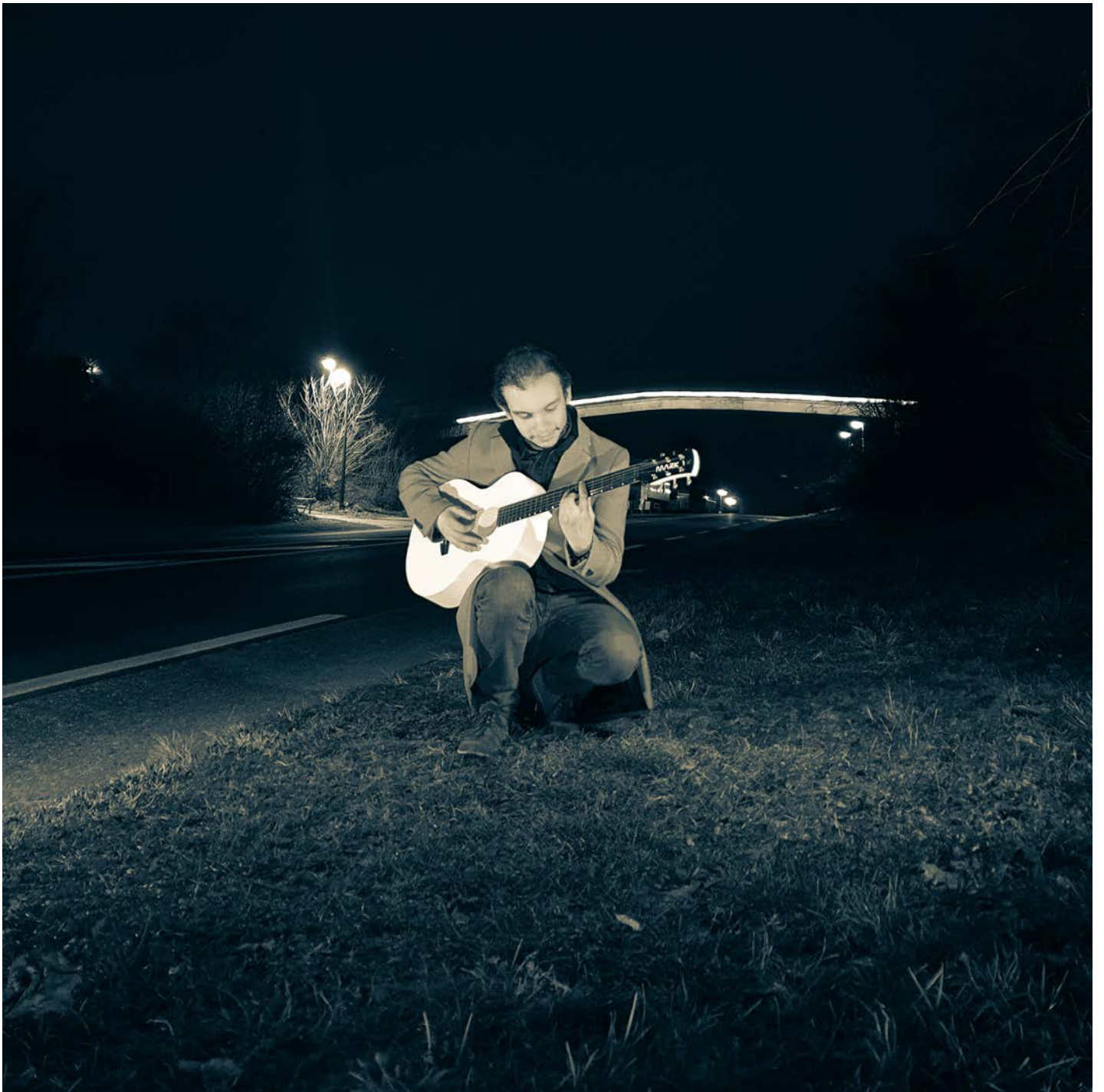
Pour une acoustique numérique

Remerciement spécial à David Soleillant
qui fût l'étincelle de ce mémoire il y a
bien des années déjà.

Abossolofoh

Un mémoire de Luann Abossolo Foh Oliva

DN MADe Numérique Objet 2021-2022



Pour une acoustique numérique
Un mémoire de Luann Abossolo Foh Oliva